

ORIGINAL RESEARCH PAPER

**ASSESSMENT OF THE QUALITIES OF NEW AROMATIC
RICE ACCESSIONS STORED AT FARMERS LEVEL IN BENIN
EVALUATION DES QUALITES DES NOUVELLES
ACCESSIONS DE RIZ AROMATIQUE STOCKEES EN MILIEU
PAYSAN AU BENIN**

**Paul A.F. Houssou¹, Valère Dansou^{1*}, Abel B. Hotegni¹, Kowiou Aboudou^{1,2},
Hugue Zannou¹, Rosanoff Y.S. Koukè³**

¹*Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Programme Technologies
Agricole et Alimentaire du Centre de Recherches Agricoles du Bénin, 01 BP 128,
Porto-Novo, Bénin*

²*Université d'Abomey Calavi, Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi, Département
de Génie de Technologie Alimentaire, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin*

³*Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Programme de Recherche sur
le Riz du Centre de Recherches Agricoles du Sud BP 03, Attogon, Bénin*

*Corresponding author: vadansou@gmail.com

Received: December, 22, 2023

Accepted: March, 22, 2024

Abstract: The objective of this study was to evaluate the physio-chemical and sensorial qualities of five new parfum rice accessions stored under the farmer's conditions. To do this, five parfum rice accessions ARA-1, ARA-2, ARA-5, ARA-18 and ARA-23 and two control parfum rice varieties (IR 841 and BRIZ 10B) parboiled and not parboiled were packaged in polypropylene bags and then stored for a period of six months by the producers. The physico-chemical, cooking and sensory qualities of the different rice samples were determined at begin storage (T0), three (T1) and six (T2) months storage, using standard methods. The results showed that except for the moisture content and water activity that have slightly increased during storage, the others physico-chemical parameters didn't vary significantly ($p > 0.05$) during the storage for non-parboiled and parboiled rice. Processing parameters such as the ease of cooking perceived by processors for the non-parboiled and parboiled rice samples also did not change after six months of storage. The five accessions of non-parboiled rice were pleasantly appreciated by the tasters with ARA-2 the most appreciated followed by ARA-1, ARA-18, ARA-23, and ARA-5. On the other hand, the parboiled ARA-1 and ARA-23 rice accessions were the most appreciated by 90 % of the panelists.

Keywords: *parboiled rice, preference, preservation, qualities, white rice*

INTRODUCTION

L'une des stratégies pour assurer la sécurité alimentaire et la résilience des populations au changement climatique est la possibilité de conservation des denrées agricoles alimentaires produites. Le riz est l'une des denrées alimentaires très importantes pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle. A l'instar de beaucoup de pays africains, au Bénin, le riz constitue une filière agricole en plein développement. Les récents travaux de recherche ont permis d'identifier cinq nouvelles accessions de riz aromatiques ayant de bonnes performances agronomiques [1] et qui ont donné de bons résultats sur les caractéristiques physico-chimique, nutritionnelle et organoleptique [2]. Cependant, il n'y a pas encore des travaux qui ont montré que ces caractéristiques ne varient pas pendant la conservation dans les conditions des producteurs au Bénin. En effet ces producteurs stockent le riz dans des sacs polyéthylène entreposés dans leur magasin à température ambiante sans utilisation de conservateur. Il a été montré que les caractéristiques physico-chimiques et fonctionnelles du riz varient en fonction des conditions de stockage et de conservation [3]. De même, en évaluant l'influence de la durée de stockage sur la qualité du riz, il a été montré que les qualités organoleptiques du riz sont significativement influencées par le temps de stockage [4]. Aussi, plusieurs auteurs ont rapporté que les caractéristiques physico-chimiques et culinaires du riz sont directement affectées par les conditions de stockage [4, 5]. C'est dans cette optique que la présente étude a été initiée et a pour objectif d'évaluer l'effet de la durée de stockage des cinq nouvelles accessions de riz aromatique (ARA-1, ARA-2, ARA-5, ARA-18 et ARA-23) sur leur qualité physico-chimique et sensorielle en comparaison avec des variétés témoins IR 841 (témoin 1) et BRIZ 10B (témoin 2) dans les conditions des producteurs au Bénin.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Le matériel végétal utilisé était constitué des échantillons de cinq nouvelles accessions de riz aromatique (ARA-1, ARA-2, ARA-5, ARA-18 et ARA-23) et de deux variétés de riz témoins (IR 841 et BRIZ 10B) prélevés durant leur conservation en milieu paysan au niveau des producteurs. IR 841 et BRIZ 10B sont les variétés de riz déjà vulgarisées et adoptées au niveau des paysans.

Tests de conservation de ces nouvelles accessions de riz aromatique

Les tests de conservation ont été conduits en milieu paysan auprès des producteurs sur le riz étuvé et non étuvé usinés des cinq nouvelles accessions de riz aromatique pendant une durée de six mois. Des lots de 20 kg de chaque type de riz (blanc et étuvé) non traités ont été stockés dans des sacs doublés en polyéthylène puis entreposés dans les magasins à température ambiante (28 ± 2 °C) pendant six mois. Les analyses des échantillons ont été faites à T0 (0 mois) ; T1 (3 mois) et T2 (6 mois).

Analyses physicochimiques des nouvelles accessions de riz aromatique conservées

Les paramètres tels que teneur en eau, digestibilité alcaline, taux d'absorption d'eau, taux d'homogénéité, taux de gonflement, teneur en cendres totaux et teneur en protéines ont été déterminés sur chaque échantillon de riz pendant la durée de stockage en utilisant les méthodes décrites par [6, 7].

Détermination des paramètres technologiques des nouvelles accessions de riz aromatique

Les paramètres mesurés sont : durée de cuisson, présence de mousse, durée de cuisson et quantité d'eau consommée. Ces paramètres ont été déterminés sur chaque type de riz en utilisant les méthodes décrites par [6, 7].

Test sensoriel des nouvelles accessions de riz aromatique produites au Bénin

Les cinq échantillons de riz cuits obtenus ont été soumis à l'appréciation de 45 dégustateurs en comparaison avec les deux variétés de riz témoins sur la base des critères de qualité tels que le goût, l'arôme, la texture, la couleur, etc. Au cours des tests culinaires, les appréciations des restauratrices ayant préparées les cinq accessions de riz aromatique ainsi que les deux témoins ont été enregistrées en utilisant des fiches pour les tests culinaires et de dégustation. Pour ces tests culinaires 1 kg de chaque accession a été préparé, avec trois répétitions. Un classement par ordre de préférence a été effectué par les panélistes afin de faire ressortir les meilleurs échantillons de riz aromatique étuvés et non-étuvé testés.

Analyses statistiques

Le logiciel Microsoft Excel 2013 a été utilisé pour synthétiser et traiter les résultats des analyses physiques et culinaires. L'analyse de variance à deux critères (ANOVA One-way), a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS v21.0 pour tester la significativité de la différence entre les moyennes à un seuil de 5 % pour chaque paramètre.

RESULTATS ET DISCUSSION

Caractéristiques physico-chimiques des nouvelles accessions de riz aromatique au cours du stockage

De T0 à T2 (6 mois de conservation), les résultats obtenus pour chaque accession, indiquent globalement une faible variabilité des paramètres physico-chimiques étudiés par rapport aux deux témoins (Tableau 1). En effet, pour ARA-1, il a été noté une faible augmentation de la teneur en eau de T0 à T2 qui a agi sur l'activité de l'eau. Les teneurs en cendres totaux, protéines et digestibilité alcaline n'ont pas significativement varié ($p > 0,05$). Les mêmes tendances ont été observées pour ARA-2, ARA-5, ARA-18, et ARA-23 par rapport aux témoins. La teneur en eau constitue le premier facteur de détérioration

d'un produit agricole lors de la conservation. Une teneur en eau trop élevée du riz pourrait induire la prolifération des microorganismes responsables de la perte des qualités physico-chimiques et nutritionnelles [8]. Les valeurs enregistrées dans le cas de cette étude sont inférieures aux normes de 12 - 13 % d'humidité du riz minimisant ainsi la détérioration de sa qualité et la prolifération des microorganismes pendant le stockage [5, 9]. De même, bien qu'il ait été constaté une légère augmentation de l'activité de l'eau (A_w), les valeurs enregistrées sont inférieures à 0,8 qui représentent la valeur favorisant la croissance des bactéries [3]. La durée de conservation de six mois n'a pas eu d'effet sur les teneurs en cendres totaux, protéines et la digestibilité alcaline. Les remarques faites sur les résultats du riz blanc (non étuvé) sont similaires à ceux du riz étuvé au cours de la conservation (Tableau 2).

Pour chaque accession, la teneur en cendre de chaque échantillon de riz blanc et étuvé n'a pas significativement ($p > 0,05$) varié au bout de six mois de stockage (Tableaux 1 et 2). Il a été remarqué que les conditions et le temps de stockage semblent ne pas impacter sur la teneur en cendres totaux des accessions de riz. Ces résultats sont en accord avec ceux de [10] qui n'ont pas constaté de variation significative de la teneur en cendres totaux de quatre variétés de riz égyptiens au bout de douze (12) mois de stockage à différentes températures. Cette non-variation de la teneur en cendres totaux peut être liée aux caractéristiques intrinsèques des variétés de riz utilisées.

De même, la teneur en protéines des échantillons de riz blanc et étuvés n'a pas significativement ($p < 0,05$) varié de $T_0 = 0$ mois à $T_2 = 6$ mois de stockage (Tableaux 1 et 2). Toutefois, cette teneur en protéines n'est pas la même s'il s'agit du riz blanc ou étuvé. Cette conclusion corrobore ceux de [11] qui ont rapporté que les teneurs en protéines dépendent intrinsèquement de la variété de riz.

Par ailleurs, les accessions de riz blanc sont caractérisées par une digestibilité alcaline faible (< 4) avec une moyenne de 1,3. Les valeurs de digestibilité alcaline des accessions de riz blancs n'ont pas varié de façon significative ($p > 0,05$) au bout de six mois de stockage (Tableau 1).

Par rapport à la forme étuvée, les accessions de riz aromatique sont aussi caractérisées par une faible digestibilité alcaline (< 4) avec une moyenne de 2,6. Les valeurs de digestibilité alcaline des accessions de riz étuvé n'ont pas varié de façon significative ($p > 0,05$) au bout de six mois de stockage (Tableau 2). En effet, la digestibilité alcaline est un paramètre très important du riz qui est en corrélation directe avec la température de gélatinisation du riz préparé et la quantité d'amylopectines contenue dans son amidon [12]. Ces résultats sont en accord avec ceux de [13] qui n'ont pas observé de variation de la température de gélatinisation de quatre variétés de riz au bout de douze (12) mois de stockage. Cette faible digestibilité alcaline des accessions de riz indique qu'ils se caractérisent par une température de gélatinisation élevée [14]. Ces résultats montrent également que les nouvelles accessions de riz aromatique caractérisées par une faible digestibilité alcaline ont été moins affectées par la solution alcaline du fait de la présence de plus de chaîne d'amylopectines longue que courtes au niveau de l'amidon [15].

ASSESSMENT OF THE QUALITIES OF FIVE NEW AROMATIC RICE ACCESSIONS
STORED AT FARMERS LEVEL IN BENIN

Tableau 1. *Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de riz blanc au cours de stockage*

	Durée de stockage	Teneur en eau [%]	Activité de l'eau [A_w]	Teneur en cendre [%]	Protéines [%]	Digestibilité alcaline
ARA-1	T0 : 0 mois	10,23±0,15 ^a	0,771±0,00 ^a	0,53±0,14 ^a	7,67±1,66 ^a	1 ^a
	T1 : 3 mois	10,35±0,88 ^b	0,773±0,00 ^b	0,52±0,00 ^a	7,70±0,46 ^a	1 ^a
	T2 : 6 mois	10,54±0,48 ^b	0,772±0,01 ^b	0,52±0,00 ^a	7,70±0,8 ^a	1 ^a
ARA-2	T0 : 0 mois	11,73±0,15 ^a	0,771±0,01 ^a	0,72±0,02 ^a	7,81±0,30 ^a	1 ^a
	T1 : 3 mois	11,48±0,40 ^b	0,770±0,01 ^b	0,73±0,04 ^a	7,75±0,60 ^b	2 ^a
	T2 : 6 mois	11,68±0,24 ^b	0,770±0,00 ^b	0,72±0,37 ^a	7,90±0,2 ^b	1 ^a
ARA-5	T0 : 0 mois	10,63±0,21 ^a	0,770±0,01 ^a	0,56±0,09 ^a	8,10±0,24 ^a	1 ^a
	T1 : 3 mois	10,59±0,42 ^b	0,771±0,00 ^b	0,55±0,14 ^a	8,09±0,2 ^a	1 ^a
	T2 : 6 mois	10,79±0,23 ^b	0,770±0,01 ^b	0,56±0,01 ^a	8,07±0,37 ^a	1,5 ^a
ARA-18	T0 : 0 mois	10,23±0,15 ^a	0,750±0,01 ^a	0,73±0,07 ^a	8,46±1,05 ^a	2 ^a
	T1 : 3 mois	10,88±0,18 ^b	0,752±0,00 ^b	0,73±0,08 ^a	8,51±0,9 ^a	1,5 ^a
	T2 : 6 mois	10,66±0,68 ^b	0,757±0,00 ^b	0,74±0,01 ^a	8,50±0,5 ^a	1 ^a
ARA-23	T0 : 0 mois	11,73±0,15 ^a	0,765±0,00 ^a	0,76±0,14 ^a	7,70±0,19 ^a	2,5 ^a
	T1 : 3 mois	11,20±0,01 ^b	0,761±0,00 ^b	0,77±0,13 ^a	7,80±0,5 ^a	2 ^a
	T2 : 6 mois	11,80±0,00 ^b	0,762±0,02 ^b	0,77±0,02 ^a	7,80±0,4 ^a	1 ^a
Témoin 1	T0 : 0 mois	9,63±0,21 ^a	0,777±0,01 ^a	0,63±0,01 ^a	8,40±0,68 ^a	1 ^a
	T1 : 3 mois	9,66±0,33 ^b	0,772±0,00 ^b	0,63±0,20 ^a	8,30±1,2 ^a	1,5 ^a
	T2 : 6 mois	9,26±0,13 ^b	0,772±0,00 ^b	0,62±0,19 ^a	8,51±0,7 ^a	1 ^a
Témoin 2	T0 : 0 mois	10,40±0,56 ^a	0,776±0,01 ^a	0,42±0,61 ^a	8,76±0,55 ^a	1 ^a
	T1 : 3 mois	10,41±0,23 ^b	0,772±0,00 ^b	0,43±0,09 ^a	8,61±0,4 ^a	1,5 ^a
	T2 : 6 mois	10,80±0,33 ^b	0,771±0,01 ^b	0,41±0,04 ^a	8,70±0,7 ^a	1 ^a

Tableau 2. Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de riz étuvé au cours de stockage

	Durée de stockage	Teneur en eau [%]	Activité de l'eau [Aw]	Teneur en cendre [%]	Protéines [%]	Digestibilité alcaline
ARA-1	T0 : 0 mois	10,13±0,01 ^a	0,779±0,00 ^a	0,63±0,14 ^a	9,67±0,7 ^a	3 ^a
	T1 : 3 mois	10,58±0,00 ^b	0,773±0,01 ^b	0,63±0,11 ^a	9,70±0,3 ^a	3 ^a
	T2 : 6 mois	10,43±0,02 ^b	0,772±0,01 ^b	0,62±0,13 ^a	9,70±0,8 ^a	3 ^a
ARA-2	T0 : 0 mois	10,77±0,1 ^a	0,771±0,00 ^a	0,62±0,02 ^a	9,81±0,5 ^a	3 ^a
	T1 : 3 mois	10,08±0,34 ^b	0,772±0,01 ^b	0,53±0,14 ^a	9,90±0,2 ^a	2 ^a
	T2 : 6 mois	10,27±1,17 ^b	0,771±0,00 ^b	0,61±0,02 ^a	9,80±0,8 ^a	3 ^a
ARA-5	T0 : 0 mois	10,12±0,32 ^a	0,776±0,01 ^a	0,65±0,09 ^a	10,70±0,4 ^a	3,5 ^a
	T1 : 3 mois	10,50±0,6 ^b	0,772±0,00 ^b	0,63±0,13 ^a	10,80±0,6 ^a	3 ^a
	T2 : 6 mois	10,30±0,10 ^b	0,773±0,00 ^b	0,64±0,02 ^a	10,61±0,9 ^a	3 ^a
ARA-18	T0 : 0 mois	10,84±0,2 ^a	0,773±0,01 ^a	0,72±0,07 ^a	10,90±0,5 ^a	3,5 ^a
	T1 : 3 mois	10,26±0,56 ^b	0,772±0,01 ^b	0,73±0,04 ^a	11,11±0,1 ^a	3 ^a
	T2 : 6 mois	10,41±0,28 ^b	0,774±0,00 ^b	0,73±0,02 ^a	11,20±0,9 ^a	3,5 ^a
ARA-23	T0 : 0 mois	9,67±0,3 ^a	0,777±0,00 ^a	0,55±0,14 ^a	9,50±0,9 ^a	1 ^a
	T1 : 3 mois	9,22±0,64 ^b	0,775±0,01 ^b	0,53±0,02 ^a	9,70±0,6 ^a	1 ^a
	T2 : 6 mois	9,72±0,34 ^b	0,772±0,00 ^b	0,54±0,01 ^a	9,61±1,2 ^a	2 ^a
Témoin 1	T0 : 0 mois	9,34±0,17 ^a	0,753±0,00 ^a	0,53±0,01 ^a	11,51±0,45 ^a	3 ^a
	T1 : 3 mois	9,70±0,06 ^b	0,752±0,01 ^b	0,52±0,04 ^a	11,60±0,10 ^a	3 ^a
	T2 : 6 mois	9,20±0,07 ^b	0,751±0,02 ^b	0,51±0,14 ^a	11,70±0,5 ^a	3,5 ^a
Témoin 2	T0 : 0 mois	10,12±0,18 ^a	0,781±0,01 ^a	0,45±0,61 ^a	10,76±1,02 ^a	2 ^a
	T1 : 3 mois	10,34±0,1 ^b	0,782±0,01 ^b	0,44±0,50 ^a	10,61±0,5 ^a	2,5 ^a
	T2 : 6 mois	10,77±0,2 ^b	0,783±0,00 ^b	0,46±0,02 ^a	10,70±0,8 ^a	2 ^a

Aptitude à la transformation des nouvelles accessions de riz paddy en riz blanc et étuvé au cours du stockage

Les transformatrices ayant participées au test culinaire à T0 mois, ont constaté que les accessions de riz blancs aromatique ARA-1, ARA-2, ARA-18 et ARA-23 sont facile à cuire. Le constat similaire de cuisson a été fait par les transformatrices après 3 mois et 6 mois de conservation (Tableau 3). Ces accessions gonflent bien, ont une couleur attrayante, un bon arôme et pas collant. Toutefois, l'accession ARA-5 et les deux variétés témoins ont été perçues par les transformatrices comme étant des riz ayant une cuisson relativement difficile car leurs grains se collent en masse facilement lors de la cuisson. A cet effet elles ont suggéré une cuisson à la vapeur.

Par rapport au test culinaire sur les riz étuvés, les restauratrices ont constaté que toutes les accessions de riz aromatique ARA-1, ARA-2, ARA-5, ARA-18, ARA-23 et les témoins sont facile à cuire de T0 = 0 mois à T2 = 6 mois de stockage (Tableau 4). Ces accessions gonflent bien et sont caractérisées par une couleur attrayante, un bon arôme et ne sont pas collant. Cette facilité de cuisson peut être due au processus d'étuvage [7]. Les cinq accessions de riz aromatique ont donc montré de bons résultats culinaires similaires à ceux des variétés témoins. Il ressort de ces résultats que la qualité de cuisson des cinq accessions de riz aromatique est bonne comme celle des variétés témoins et cette qualité n'est pas affectée au bout de six mois de stockage. Les mêmes constats ont été faits par [16], qui ont montré que le processus d'étuvage améliore la qualité et la facilité de cuisson du riz en réduisant considérablement son aspect collant.

Concernant les durées de cuisson, elles ont augmenté significativement à T1 (3 mois de conservation) et T2 (6 mois de conservation) pour toutes les accessions étudiées aussi que pour les 2 témoins (Tableaux 3 et 4). Cette augmentation de la durée de cuisson est due à la réduction de la teneur en eau des échantillons de riz constaté à ces différentes périodes de conservation. Les échantillons sont devenus un peu plus secs, ce qui a agi sur leur durée de cuisson et les consommations en eau qui ont significativement augmenté de T0 à T2.

Tableau 3. Aptitudes culinaires des nouvelles accessions aromatiques de riz blanc au cours du stockage

Accessions	Durée de stockage	Facilité de cuisson*	Présence de mousse*	Durée de cuisson [mn]	Quantité eau consommée [L]	Observations et conseils faits par les restauratrices
ARA-1	T0 : 0 mois	Oui	1	20,6±5,5 ^a	1,26±0,46 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Gonfle peu • Couleur peu attrayant • Très bon arôme et pas collant
	T1 : 3 mois	Oui	1	22,7±3,6 ^b	1,37±0,2 ^b	
	T2 : 6 mois	Oui	1	25,0±3,6 ^c	1,66±0,4 ^c	
ARA-2	T0 : 0 mois	Oui	2	27,6±3,05 ^a	1,36±0,52 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Gonfle peu • Couleur attrayant, bon arôme (très bon) et peu collant
	T1 : 3 mois	Oui	2	27,8±1,2 ^b	1,4±0,36 ^b	
	T2 : 6 mois	Oui	2	29,0±2 ^c	1,53±0,6 ^c	
ARA-5	T0 : 0 mois	Non	3	20,0±4,58 ^a	1,26±0,46 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Gonfle très peu • Couleur peu attrayant, bon arôme • Très collant donc il faut changer l'eau de cuisson • Faire cuire à feu doux
	T1 : 3 mois	Non	3	22,0±3,8 ^b	1,32±0,41 ^b	
	T2 : 6 mois	Non	3	24,3±2,9 ^c	1,46±0,42 ^c	
ARA-18	T0 : 0 mois	Oui	1	22,6±4,7 ^a	1,30±0,43 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Gonfle bien • Couleur très attrayant, bon arôme et pas collant
	T1 : 3 mois	Oui	1	23,4±1,1 ^b	1,4±0,21 ^b	
	T2 : 6 mois	Oui	1	24,3±2,1 ^c	1,53±0,31 ^c	
ARA-23	T0 : 0 mois	Oui	1	23,0±3,50 ^a	1,41±0,45 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Gonfle bien • Couleur attrayant, bon arôme et pas collant
	T1 : 3 mois	Oui	1	23,8±2,5 ^b	1,47±0,18 ^b	
	T2 : 6 mois	Oui	1	25,3±5,5 ^c	1,63±0,25 ^c	
Témoin 1	T0 : 0 mois	Non	3	22,3±4,1 ^a	1,34±0,45 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Colle facilement donc il faut surveiller sa cuisson • Gonfle bien et collant donc il faut changer l'eau de cuisson • Faire cuire à feu doux
	T1 : 3 mois	Non	3	22,6±2,5 ^b	1,39±0,42 ^b	
	T2 : 6 mois	Non	3	23,3±5,5 ^c	1,53±0,31 ^c	
Témoin 2	T0 : 0 mois	Non	3	20,6±5,67 ^a	1,48±0,5 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Colle facilement donc il faut surveiller sa cuisson • Gonfle bien et collant donc il faut changer l'eau de cuisson • Faire cuire à feu doux
	T1 : 3 mois	Non	3	23,1±2,4 ^b	1,52±0,4 ^b	
	T2 : 6 mois	Non	3	25,3±1,53 ^c	1,66±0,3 ^c	

*Présence de mousse : Peu de mousse (1) ; Mousse moyenne (2), Beaucoup de mousse (3) ; Facilité de cuisson : Non (Très collant donc il faut changer l'eau de cuisson), Oui (pas collant).

ASSESSMENT OF THE QUALITIES OF FIVE NEW AROMATIC RICE ACCESSIONS
STORED AT FARMERS LEVEL IN BENIN

Tableau 4. Aptitudes culinaires des nouvelles accessions de riz étuvé au cours du stockage

Accessions	Durée de stockage	Facilité de cuisson*	Présence de mousse*	Durée de cuisson [mn]	Quantité eau consommée [L]	Observations et conseils faites par les restauratrices
ARA-1	T0 : 0 mois	Oui	1	25±3,6 ^a	1,66±0,4 ^a	• Couleur très attrayant, pas collant
	T1 : 3 mois	Oui	1	30±1,3 ^b	1,70±0,4 ^b	• Pas doux comme la forme non étuvée mais gonfle bien
	T2 : 6 mois	Oui	1	35±2,5 ^c	1,75±0,1 ^c	• Arôme parfumé pas perceptible • Bon pour faire le met atassi
ARA-2	T0 : 0 mois	Oui	2	29±2,4 ^a	1,30±0,4 ^a	• Gonfle bien • Arôme parfumé pas perceptible
	T1 : 3 mois	Oui	2	31,5±1,2 ^b	1,35±0,3 ^b	
	T2 : 6 mois	Oui	2	34±2,2 ^c	1,4± 0,36 ^c	
ARA-5	T0 : 0 mois	Oui	3	24,33±2,9 ^a	1,46±0,4 ^a	• Gonfle très bien, • Peu collant • Arôme parfumé pas perceptible
	T1 : 3 mois	Oui	3	30,1±1,8 ^b	1,50±0,1 ^b	
	T2 : 6 mois	Oui	3	38,5±1,5 ^c	1,76±0,4 ^c	
ARA-18	T0 : 0 mois	Oui	1	22,3±2,1 ^a	1,53±0,3 ^a	• Gonfle très peu, • Couleur très attrayant et pas collant. • Arôme parfumé pas perceptible
	T1 : 3 mois	Oui	1	22,7±1,2 ^b	1,55±0,3 ^b	
	T2 : 6 mois	Oui	1	23,5±2 ^c	1,57±1,4 ^c	
ARA-23	T0 : 0 mois	Oui	1	25,3±5,5 ^a	1,63±0,2 ^a	• Gonfle très bien, • Couleur attrayant et pas collant. • Arôme parfumé pas perceptible
	T1 : 3 mois	Oui	1	30,7±2,5 ^b	1,70±0,1 ^b	
	T2 : 6 mois	Oui	1	34,3±3,5 ^c	1,75±0,2 ^c	
Témoin 1	T0 : 0 mois	Oui	3	23,3±5,5 ^a	1,53±0,3 ^a	• Couleur très attrayant, pas collant
	T1 : 3 mois	Oui	3	25,7±0,7 ^b	1,60±0,6 ^b	• Pas doux comme la forme non étuvée mais gonfle bien
	T2 : 6 mois	Oui	3	28,3±2,5 ^c	1,75±0,3 ^c	• Arôme parfumé pas perceptible Bon pour faire le met atassi
Témoin 2	T0 : 0 mois	Oui	3	25,3±1,53 ^a	1,66±0,3 ^a	• Couleur très attrayant, pas collant
	T1 : 3 mois	Oui	3	32,7±1,8 ^b	1,70±0,2 ^b	• Pas doux comme la forme non étuvée mais gonfle bien
	T2 : 6 mois	Oui	3	37,1±1,5 ^c	1,75±0,2 ^c	• Arôme parfumé pas perceptible • Bon pour faire le met atassi

*Présence de mousse : Peu de mousse (1) ; Mousse moyenne (2), Beaucoup de mousse (3) ; Facilité de cuisson : Non (Très collant donc il faut changer l'eau de cuisson), Oui (pas collant)

Qualité sensorielle des nouvelles accessions de riz au cours du stockage

Les formes riz blancs (non étuvé) et étuvés issus des accessions de riz aromatique ont été soumises à l'appréciation et au classement de 45 dégustateurs juste après la préparation (à chaud) et aussi après refroidissement (Figures 1 et 2).

La Figure 1 indique que, à T0 = 0 mois, les accessions de riz aromatique blancs ARA-2 (1^{er}), ARA-18 (2^{ème}) et ARA-5 (3^{ème}) après cuisson étaient plus préférés à cause de leur caractère peu collant, de la forte expression de l'arôme, du goût et facile à mastiquer contrairement aux autres accessions (ARA-1, ARA-23) et les deux témoins qui sont moins appréciés [2]. Au bout de T1 = 3 mois de stockage, les accessions ARA-2 (1^{er}), ARA-23 (2^{ème}), ARA-1 (3^{ème}), ARA-18 (4^{ème}) et ARA-5 (5^{ème}) sont plus préférés à cause de leur caractère peu collant, de la forte expression de l'arôme, du goût et la facilité à mastiquer comparés aux variétés témoin 1 et témoin 2 qui étaient les moins appréciés. A la fin du stockage (T3 = 6 mois), les accessions ARA-2 (1^{er}), ARA-1 (2^{ème}), ARA-23 (3^{ème}) et témoin 2 (4^{ème}) ont été les plus appréciées à cause de leur arôme et texture après refroidissement. L'analyse de ces résultats a permis de classer ces échantillons de riz en trois groupes à savoir groupe I (ARA-1, ARA-23 et témoin 2), groupe II (ARA-5, ARA-18 et témoin 1) et le groupe (ARA-2). Au niveau du groupe 1, les accessions ARA-1, ARA-23 et témoin 2 (BRIZ) étaient moins appréciées (60 %) au début du stockage par les dégustateurs mais elles ont été de plus en plus appréciées par (70 %) à T3 et (75 %) à T6. Ces résultats peuvent être dus aux caractéristiques physiques et chimiques (amidon, arôme) du riz qui auraient subis des modifications au cours du stockage. Contrairement au groupe I, une tendance inverse a été observée au niveau des accessions de riz aromatique ARA-5, ARA-18 et témoin 1 qui a consisté à une dépréciation progressive de ces riz au cours du stockage. Le groupe III composé uniquement de l'accession ARA-2 est constant dans le temps. Elle est très appréciée au début et ne change pas dans le temps.

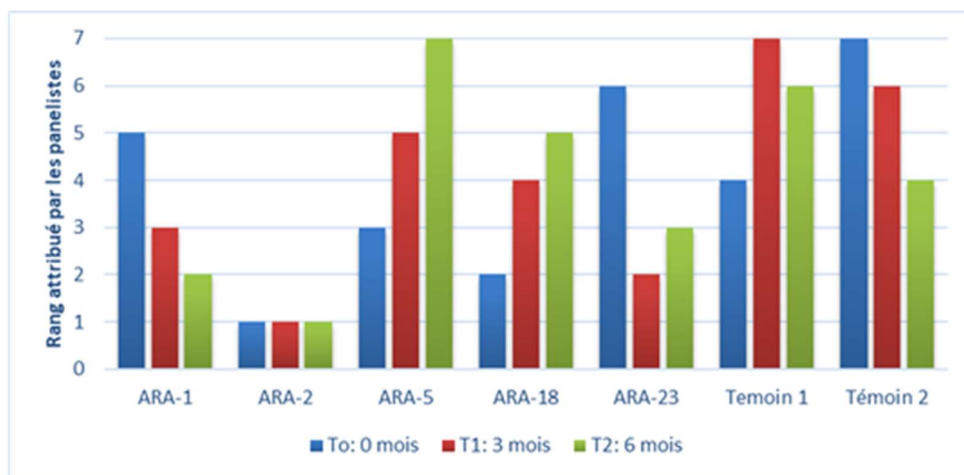


Figure 1. Appréciation générale des accessions de riz blancs au bout de six mois de stockage

Concernant les échantillons de riz aromatique étuvé cuits, à T0 = 0 mois, les accessions de riz aromatique ARA-5 (1^{er}), ARA-2 (2^{ème}), ARA-1 (3^{ème}) et ARA-23 (4^{ème}) sont plus préférés à cause de leur caractère non collant, du goût et la facilité à mastiquer comparé

à l'accession (ARA-18) et les deux variétés témoins qui sont moins appréciées (Figure 2). Au bout de T1 = 3 mois de stockage, les accessions de riz aromatique ARA-23 (1^{er}), ARA-2 (2^{ème}), ARA-1 (3^{ème}) et témoin 2 (4^{ème}) ont été les plus préférés. Tandis qu'à T2= 6 mois, les accessions ARA-1 (1^{er}), ARA-23 (2^{ème}) et le témoin 2 (3^{ème}) ont été les plus appréciées à cause de leur facilité à la mastication et leur meilleur goût. L'analyse de ces résultats a permis de classer ces riz en deux groupes à savoir groupe I (ARA-1, ARA-23, témoin 2) et groupe II (ARA-2, ARA-5, ARA-18 et témoin 1). Au niveau du groupe I, les accessions ARA-1, ARA-23 et témoin 2 étaient moins appréciées au début du stockage par les dégustateurs mais elles sont de plus en plus appréciées au cours du stockage. Contrairement au groupe I, une tendance inverse a été observée au niveau des accessions de riz aromatique ARA-2, ARA-5, ARA-18 et témoin 1 avec une tendance d'appréciation progressive dans le temps. A T0, elles étaient moins appréciées mais avec le temps de stockage, elles sont de plus en plus appréciées.

Il ressort de cette évaluation que les différentes accessions ont conservé leur tendance de bonne appréciation pour les deux formes (Blanc et étuvé) au cours de la conservation. Sauf qu'à l'intérieur de chaque groupe, les niveaux d'appréciation varient légèrement. La variation constatée au niveau des propriétés organoleptiques des variétés de riz blanc et étuvé cuits pourrait être attribuée au caractère génétique unique de chaque variété de riz [17].



Figure 2. Appréciation générale des accessions de riz étuvés au bout de six mois de stockage

CONCLUSION

Cette étude a permis de constater que la durée de conservation de six mois n'a pas impacté négativement sur la qualité du riz au regard des paramètres physicochimiques et culinaire étudiés. L'appréciation par les transformatrices des accessions de riz aromatique blancs au bout de six mois de stockage a révélé que ARA-2, ARA-1, ARA-18, ARA-23, ARA-5 ont été les accessions de riz les plus appréciées autant que les deux variétés témoins. Au niveau des échantillons de riz étuvé, les accessions ARA-1 et ARA-23, ARA-5 et

ARA-18 ont été les accessions de riz les plus appréciées autant que les deux variétés témoin 2 (BRIZ-10B) et témoin 1 (IR 841). En définitive, toutes les cinq accessions de riz sont aptes à la transformation et se conservent bien dans le temps en gardant leur arôme parfumé.

REFERENCES

1. Kouké, R.Y.S., Djihinto, C.A., Zavinon, F., Djehoungo P.G., Chougourou, D.: Genotype x Environment Interaction and stability analysis of agronomic performance in aromatic rice accessions in Benin, *Journal of Applied Biosciences*, **2022**, 177;
2. Dansou, V., Houssou, P.A.F., Kouke Y.S.R., Hotegni, A.B., Sagui, W.A.C., Aboudou, K., Zannou, H.: Physicochemical and sensory characterization of five promising aromatic rice accessions in Benin, *Food and Environment Safety- Journal of Faculty of Food Engineering*, **2023**, 22 (1), 40-49;
3. Atungulu, G.G., Kolb, R.E., Karcher, J., Mohammadi Shad, Z.: Postharvest technology: Rice storage and cooling conservation, in *Rice* (Fourth Edition), (Editor: Bao, J.), AACC International Press, **2019**, 517-555;
4. Bhattacharya, S.: Consumer attitude towards Green Marketing in India, *The IUP Journal of Marketing Management*, **2011**, 10, 62-70;
5. Champagne, E.T.: Rice: Chemistry and Technology, American Association of Cereal Chemists. Inc., St. Paul, Mn, USA, **2004**;
6. Houssou, A.F.P., Tchatcha, D., Mensah, A.G., Kaboré, A., Futakuchi, K., Traoré, K., Moreira, J., Diagne, A.: Suitability for Parboiling of Rice Varieties from Benin Through Assessing the Soaking Temperature and Rice Quality, *European Scientific Journal*, **2016a**, 12 (21), 144-158;
7. Houssou, A.F.P., Gankoue, Y.B., Kaboré, A., Futakuchi, K., Traoré, K., Moreira, J., Diagne A., Manful, J., Mensah, G.A.: Comparison of parboiled and white rice obtained from ten varieties cultivated in Benin, *International Food Research Journal*, **2016b**, 23 (6), 2479-2486;
8. Abdullah, N., Nawawi, A., Othman, I.: Fungal spoilage of starch-based foods in relation to its water activity, *Journal of Stored Products Research*, **2000**, 36 (1), 47-54;
9. Atungulu, G.G., Zhong, H., Thote, S., Okeyo, A., Couch, A.: Microbial prevalence on freshly-harvested long-grain Pureline, hybrid, and Medium-grain rice cultivars, *Applied Engineering in Agriculture*, **2015**, 31, 949-956;
10. El-Kady, A.A., Abou Khadra, S.H., Nessreen Bassuony, N., Hassan, N.M.: Effect of storage conditions on grain quality characters of some special rice varieties, *Egyptian Journal of Plant Breeding*, **2013**, 17 (4), 70-84;
11. Zohoun, E.V., Tang, E.N., Soumanou, M.M., Manful, J., Akissoe, N. H., Bigoga, J., Futakuchi, K., Ndindeng, S.A.: Physicochemical and nutritional properties of rice as affected by parboiling steaming time at atmospheric pressure and variety, *Food Science & Nutrition*, **2018**, 638-652;
12. Fan, C.C., Yu, X.Q., Xing, Y. Z., Xu, C.G., Luo, L. J.: The main effects epistatic effects and environmental interactions of QTLs on the cooking and eating quality of rice in a doubled-haploid line population, *Theoretical and Applied Genetics*, **2005**, 110, 1445-1452;
13. Ali, L., Ali, A., Karim, M.A., Ali, S.S., Hassan, G.: Influence of aging on culinary and chemical properties of basmati 385 rice grain, *Pakistan Journal of Agricultural Research*, **2004**, 18 (1), 18-26;
14. Waters, D.L., Henry, R.J., Reinke, R.F., Fitzgerald, M.A.: Gelatinization temperature of rice explained by polymorphisms in starch synthase, *Plant Biotechnology Journal*, **2006**, 4, 115-122;
15. Umemoto, T., Terashima, K., Nakamura, Y., Satoh, H.: Differences in Amylopectin Structure Between Two Rice Varieties in Relation to the Effects of Temperature During Grain-Filling, *Starch/Stärke*, **1999**, 51 (2-3), 58-62;
16. Chukwu, O., Oseh F.J.: Response of nutritional contents of rice (*Oryza sativa*) to parboiling temperatures, *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, **2009**, 3 (3), 381-387;
17. Africa Rice Center: Descripteurs du Nouveau Riz pour l'Afrique, **2006**.